

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-102746

(43)Date of publication of application : 06.06.1985

(51)Int.Cl.

H01L 21/31  
H01L 21/205

(21)Application number : 58-209980

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 10.11.1983

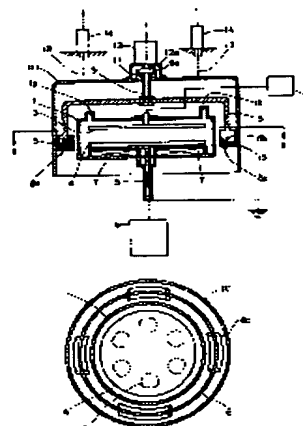
(72)Inventor : ITOU TOSHIYO  
AKIYAMA TATSUO  
KO TATSUICHI  
MASE KOICHI

## (54) CVD DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To form a film having a step coverage excellent to the side surface of an inverted tapered groove and an extremely narrow stepped section by mounting a magnetic field generator for giving plasma directional properties while intensifying the scattering of particles in plasma.

**CONSTITUTION:** A rotary member 8 is supported rotatably to an elevating housing 10 by a thrust bearing 11 and a shaft 9 on the outside of a reaction chamber 1 to which an electrode 3, a rotary susceptor 4 and a heater 7 are received and inflow outflow ports 1a, 1b for a reaction gas are formed, and turned by a motor 12. Cylindrical electromagnet fitting sections 8a are mounted at the lower end of the rotary member 8 at regular intervals, and electromagnets 15 are fixed. The electromagnets 15 are connected to a magnetic field strength variable device, magnetic fields are generated among each mutually opposite electromagnet 15, and plasma in the reaction chamber 1 is given arbitrary directional properties.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-102746

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)6月6日

H 01 L 21/31  
21/2057739-5F  
7739-5F

審査請求 有 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 CVD装置

⑮ 特 願 昭58-209980

⑯ 出 願 昭58(1983)11月10日

⑰ 発 明 者 伊 藤 敏 代 川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社多摩川工場内  
⑰ 発 明 者 秋 山 龍 雄 川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社多摩川工場内  
⑰ 発 明 者 高 辰 一 川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社多摩川工場内  
⑰ 発 明 者 間 瀬 康 一 川崎市幸区小向東芝町1 東京芝浦電気株式会社多摩川工場内  
⑰ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地  
⑰ 代 理 人 弁 理 士 諸 田 英 二

## 明 細 書

## 1 発 明 の 名 称

CVD装置

## 2 特 許 請 求 の 範 囲

- 1 プラズマを発生させ、半導体基板上に膜を形成する反応室と、該反応室内のプラズマに方向性を与えるように該反応室内に磁界を発生させるための磁界発生装置とを有する化学気相堆積装置。

## 3 発 明 の 詳 細 な 説 明

## 〔発明の技術分野〕

この発明は化学気相堆積(CVD)装置に関し、さらに詳細には、高密度半導体装置に適したステップカバレッジのよい膜を形成することのできる改良されたプラズマCVD装置に関するものである。

## 〔発明の技術的背景〕

半導体装置の集積度の増大につれて半導体装置の表面の凹凸も増加するため、半導体基板の上に形成される各種の膜のステップカバレッジが悪化

し、その結果、半導体装置の信頼性や歩留りなどが低下する傾向がある。

従来、半導体基板上に拡散ソース膜、拡散マスク膜、層間膜及びパシベーション膜等を形成する場合、常圧CVD装置や減圧CVD装置、あるいはスパッタ装置やプラズマCVD装置などを用いて膜形成を行っており、最近では更に光CVD装置を使用して膜形成を行う試みも実施されている。

しかしながら、前記公知の装置には以下のとき問題点があり、高密度半導体装置に必要なステップカバレッジのよい良質な膜を形成することができなかった。

## 〔背景技術の問題点〕

前記のごとき従来装置のうち、常圧CVD装置と減圧CVD装置においては、反応ガスの熱分解によって生じた荷電粒子が衝突して反応生成した粒子が堆積していくことにより膜が形成されるのであるが、このような原理に基づく膜形成方法によると、膜の側面には膜が形成されないため、ステップカバレッジは極めて悪く、溝の開口縁におい

て脱切れを生ずることが多いという欠点があった。

一方、プラズマCVD装置では、プラズマの作用で荷電粒子の飛散方向がランダムになるため、特にシラン(SiH<sub>4</sub>)ガスやアンモニウムガス及び窒素ガスを反応ガスとして使用する窒化膜形成プロセスでは気相中の反応よりも表面反応が主体になっているので常圧CVDや減圧CVDよりもステップカバレッジのよい膜を形成することができるが、亜窒素系ガス(N<sub>2</sub>O)やシランガス及びN<sub>2</sub>ガスを使用する酸化膜形成プロセスでは気相中の反応が主体となるためステップカバレッジのよい膜を形成することが難しいという問題点があった。

また、電子ビームをソースに照射し、蒸発、蒸着させるE-gun装置や、加速されたArイオンをソースに衝突させ、とばすスパッタ装置などを使用する膜形成方法も試みられているが、このような膜形成方法では常圧CVD法にくらべるとステップカバレッジのよい膜が得られるとは言え、十分に満足のできるステップカバレッジを実現する

- 3 -

とする。この発明のCVD装置においては、反応室内のプラズマに対する磁界の強さや磁界の方向を任意に変化させることによって従来装置では不可能であった逆テーパの溝の側面や極めて狭い段差部に対しても極めて良好なステップカバレッジの膜を形成することができる。

#### [発明の実施例]

以下に添付図面を参照して本発明の実施例について説明する。

図示実施例は本発明を縦型CVD装置として構成したものであり、第1図は本発明の第一実施例の縦断面図、第2図は第1図のII-II矢視断面図である。

第1図及び第2図において、1は反応室であり、該反応室1には反応ガスの流入口1aと反応ガス流出口1bとが設けられている。反応室1内には高周波電源2に接続された電極3と回転セプタ4とが収容されるとともに、その内部空間は図示せぬ真空装置によって所定の負圧に保たれている。回転セプタ4上には半導体ウエハW(第

- 5 -

ことは附図であつた。

現在、最も精密でステップカバレッジのよい膜を形成できるのは最近開発された光CVD装置であり、またこの装置では粒子生成工程において荷電粒子による衝撃がないため素子特性に対する弊害の少ない膜が得られるが、この装置における欠点は光が照射されない場所での膜質が他の場所と異なり、その部分からの劣化が生じやすいことである。

#### [発明の目的]

この発明の目的は前記した従来装置に存する問題点を有しない、改良されたCVD装置を提供することであり、更に詳細には、プラズマに方向性を与えることによって溝の側面に対しても十分に厚い膜を形成させることのできる、改良されたプラズマCVD装置を提供することである。

#### [発明の概要]

この発明によるCVD装置は、プラズマに方向性を与えるとともにプラズマ中の粒子の散乱を強めるための磁界発生装置を備えていることを特徴

- 4 -

2図)が取付けられ、該リセプタ4はそれに自身に固定された回転軸5を介して回転駆動装置6により所定の速度で鉛直軸線を中心として回転される。また、回転リセプタ4は回転軸5を介して接地されている。

回転リセプタ4の下側には反応室1内に露出しないようにヒータ7が設けられ、該ヒータ7によって反応室1内と、回転リセプタ4が加熱されている。

以上の構成は公知の縦型プラズマCVD装置とほぼ同一であるが、本発明の装置では前記構成部分のほかに更に以下のごとく構成部分からなる磁界発生装置を備えている。

反応室1の外側には該反応室1にかぶさるように筒型もしくは環状の回転部材8が設けられており、該回転部材8は鉛直な回転軸9の下端に吊下状態に固定されている。また、回転軸9の上端部には支持フランジ9aが形成され、該支持フランジ9aは反応室1の外側の昇降ハウジング10上に推力軸受11を介して回転可能に支持されて

- 6 -

いる。支持フランジ9aには昇降ハウジング10上に支持されたモータ12の軸12aが連結され、該モータ12によって回転軸9及び回転部材8が鉛直軸線を中心として回転されるようになっている。昇降ハウジング10は吊下部材13を介して昇降装置14により支持されるとともに昇降可能となっている。

回転部材8の下端には等間隔に筒形の電磁石取付部8aが設けられており、該電磁石取付部8aには電磁石15が挿入かつ固定されている。該電磁石取付部8aは回転部材の回転軸線に対して放射方向に向いた開口を有しており、その側壁部分には電磁石15を固定するための止めねじの孔8bが設けられている。各電磁石15は図示しない磁界強度可変装置に接続されており、互いに相対向する各電磁石対間の磁力を変えることにより反応室1内のプラズマに任意の方向性を与えることができる。

前記のごとき構成の本発明装置においては反応室1内のプラズマに対して各電磁石対間の磁界を

- 7 -

た、第4図に示すような段差部の側面には図示矢印Bの方向から反応ガスを流すことができる。更に、第5図に示すように逆テーパの溝の側面には図示矢印Cの方向から反応ガスを流すことができる。

第6図は本発明装置によって形成した膜18のステップカバレッジの状態を示したもので、水平面上の膜厚 $l_1$ に対する側面膜厚 $w_1$ の比( $w_1/l_1$ )は1~1.2となっている。

一方、これに対して従来の光CVD装置によって形成した各種の膜や従来のプラズマCVD装置によって形成したプラズマシリコン窒化膜19などにおけるステップカバレッジは第7図に示すように、水平面上に膜厚 $l_2$ と側面上の膜厚 $w_2$ との比( $w_2/l_2$ )が精々0.8~0.9である。(第3図ないし第7図で17は半導体基板である。)

以上のような結果から、本発明の装置によれば極めてステップカバレッジのよい膜を形成できることがわかる。

第8図は本発明の第二実施例の水平断面図であ

- 9 -

調整すると同時に回転部材8を回転し、(更に昇降すれば昇降ハウジング10を昇降させることにより)、プラズマ化した反応ガスを例えば鉛直線に対して斜め方向に流し、これにより半導体ウエハ上の溝の側面に荷電粒子を向けさせて膜形成を行うことができる。従って本発明装置によれば従来の装置を使用するよりも極めてステップカバレッジのよい膜を得ることができる。

プラズマの流れの方向は相対向する電磁石対間の磁界の強さを変える一方、回転部材8を回転し、更に昇降させることによって任意に制御することができる。すなわち、回転部材8を駆動するモータ12と各電磁石15への電流とを所定のプログラムで制御すれば、どのような溝や段部にも極めてステップカバレッジのよい膜を形成することができる。

本発明の装置によれば、例えば第3図に示すような酸化膜16の段差部を有する半導体基板17上に膜を形成する場合には、図示矢印Aの方向からプラズマ化した反応ガスを流すことができ、ま

- 8 -

る。この実施例では第一実施例のごとき回転部材8がなく、各電磁石15は固定の環状支持部材20に支持され、該環状支持部材20には第一実施例の回転部材8と同じ筒状の電磁石取付部20aが設けられていて各電磁石は該電磁石取付部20aに装着されている。また、第一実施例のごときモータ12や昇降装置14もなく、各電磁石は固定ハウジング21内で反応室1の周囲に回転しないように配置されている。

回転サセプタ4内には遊星歯車機構(図示せず)が組込まれており、回転サセプタ4の表面には各遊星歯車と一体の小径のウエハテーブル22が設けられ、該ウエハテーブル22は回転サセプタ4の回転と連動してそれぞれの軸線を中心として自転すると同時に回転サセプタ4の軸心のまわりを公転するようになっている。従って、各ウエハテーブル22上に取付られた半導体ウエハWは矢印Dの如く自転しつつEの方向に公転するので、相対向する電磁石対間に生ずる磁界は各半導体ウエハの自公転に伴って刻々と移動することとなり、

- 10 -

第1実施例におけると同様な効果を奏することができる。

第9図は第1実施例の一部変形実施例の縦断面図である。この変形実施例では、各電磁石15は昇降可能な環状支持部材23上に電磁石取付台24を介して支持されている。該環状支持部材23と各電磁石取付台24との間にはリニアモータが形成されており、環状支持部材23の頂面にはリニアモータのステータが形成され、一方、各電磁石取付台24はリニアモータのロータを構成している。従って、各電磁石取付台24は環状支持部材23の上を反応室1の外周に沿って環状に移動することができ、第1実施例と同じ効果を奏することができる。また、環状支持部材23は昇降装置25上に支持され、回転サセプタ4の輪縁に沿って上下に昇降することができるようにになっている。

以上の実施例では本発明を縦型のCVD装置に適用した場合のみを示したが、本発明を第10図のごとき横型のCVD装置に適用することも可能

- 11 -

とができる。これは、逆に言えば、従来装置と同じデポジット速度で膜形成を行う場合には高周波電源2の出力を小さくできるということの意味するものであり、デバイスへのプラズマダメージ低減がはかられることになる。

一方、本発明の装置によれば、ステップカバレッジのよい膜厚を形成することができるので従来の膜形成工程において必要であった付加的工程が不必要となり、工数及び工程が減少して半導体装置の製造コストの減少がもたらされる。すなわち、従来、多層配線構造を有するLSI等の製造において隣接絶縁膜を形成する場合には、段差部における膜切れを予想して隣接絶縁膜形成後に該膜上にポリイミド樹脂等の有機物を塗布したりする等の付加的工程を必要としていたが、本発明の装置によればステップカバレッジがよく、段差部における膜切れの恐れのない膜を形成できるので前記の付加的工程が不要となり、従って半導体装置を従来よりも短縮した工程で製造でき、その製造コストも従来よりも低減させることができる。

- 13 -

であり、その場合には先に示した境界発生装置の輪縁が水平になるように構成することにより、前記実施例と同一の効果を奏することができる。

なお、第10図において、26は電極差リセプタであり、また、第1図及び第2図と同一符号で表示された部分は第1図及び第2図と同一もしくは対応する部分を共にしている。

#### [発明の効果]

以上に説明したように、本発明によれば、溝の側面にも十分な厚さの膜を形成させることができ、ステップカバレッジのよい膜を形成させることができる。改良されたCVD装置が提供される。

本発明のCVD装置によれば境界の作用によってプラズマを所定の方向に誘導することができるため、狭い溝の側面にも十分厚い膜を形成させることができる。また、ガスが境界によって収束されるため、デポジット速度も大きくなり、高周波電源2の出力を増加する必要なしにデポジット量を多くすることができる。その結果、従来装置よりも高い生産能率で半導体装置を製造するこ

- 12 -

なお、本発明の装置によって形成された膜は、プラズマに境界を作用させてプラズマ中の粒子に一定の方向性を与えることにより形成されるため、付着表面に近い膜中の分子又は原子がほぼ同じ方向を向くとともにほぼ同程度の大きさを有しており、従って本発明の装置で形成された膜は従来の装置によって形成された膜よりも均質でかつ緻密な表面を有している。それ故、本発明の装置によれば、ステップカバレッジが優れているばかりでなく、表面性質のよい膜が形成できることも明らかになった。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例の概略縦断面図、第2図は第1図のII-II矢視断面図、第3図ないし第5図は本発明の装置によって段差部に膜を形成する場合の例を示した図、第6図は本発明の装置で形成された段差部の膜の状態を示す図、第7図は従来の装置で形成された段差部の膜の状態を示した図、第8図は本発明の第2実施例の水平断面図、第9図は第1図の変形実施例の概略縦断面図、

- 14 -

図、第10図は本発明を適用できる公知の構造型CVD装置の概略縦断面図である。

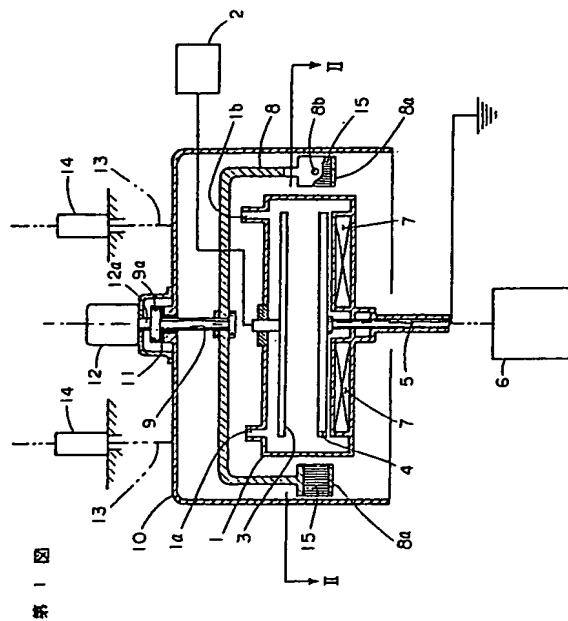
1…反応室、2…高周波電源、3…電極、4…回転サセプタ、5…回転軸、6…回転駆動装置、7…ヒータ、8…回転部材、9…回転輪、10…昇降ハウジング、11…推力軸受、12…モータ、13…吊下部材、14…昇降装置、15…電磁石、16…融化石、17…半導体基板、18…脚、19…脚、20…環状支持部材、20a…電磁石取付部、21…固定ハウジング、22…ウエハテーブル、23…環状支持部材、24…電磁石取付台、25…昇降装置、26…電極兼サセプタ。

特許出願人 東京芝浦電気株式会社

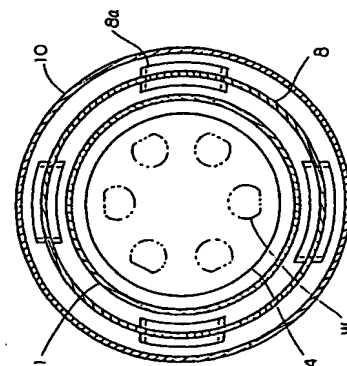
代理人 弁理士 諸田 英二



- 15 -



第1図



第2図

